

Utjecaj terenskih faktora na učinak kod privlačenja tehničke oblovine zglobnim traktorima

INFLUENCE OF TERRAIN FACTORS ON MERCHANTABLE TIMBER SKIDDING EFFECTS WITH FRAME STEERED SKIDDER

Prof. dr **Stevan Bojanin**
Šumarski fakultet Zagreb

UDK 630*375.4

Prispjelo: 4. svibnja 1987.
Prihvaćeno: 2. srpnja 1987.

Izvorni znanstveni rad

S a ž e t a k

U radnji se raspravlja problem utjecaja terenskih faktora na učinak kod privlačenja tehničke oblovine zglobnim traktorom s montiranim vitlom. Primijenjena je deblovna i sortimentna metoda u ravnici i prigorju, u starijim sastojinama tvrdih listača. U sastojinama je predviđeno primarno i sekundarno otvaranje.

Pokazalo se da terenski faktori ne utječu na utrošak fiksnih vremena, pa su utrošci vremena prikazani u obliku prosječne vrijednosti po turi. Vrijeme vezanja i odvezivanja oblovine obračunato je kao prosjek po komadu za sve uvjete rada, a po turi je obračunato ovisno o broju komada u tovaru.

Pomoću utroška vremena prazne i pune vožnje po m³ drvene sirovine, na vlaci i sječini, s obzirom na terenske faktore, teren je razvrstan u četiri grupe: 1. blatn teren u ravnici, 2. blatn teren u prigorju, 3. vlažan teren u ravnici i prigorju, 4. suh teren u ravnici i prigorju.

Na udaljenost privlačenja od 0,1 km na sječini i 0,5 km na vlaci, kod deblovne metode, najmanji učinak je na blatnom terenu u prigorju; 8% je veći na blatnom terenu u ravnici, 25% na vlažnom i blatnom terenu u ravnici i prigorju, a 34% na suhom terenu u ravnici i prigorju.

Kod deblovne metode, uz iste uvjete rada na udaljenosti privlačenja u sječini 0,1 km i na vlaci 0,1 km, učinak je 29% veći nego kod sortimentne metode. Na udaljenosti na sječini 0,1 km i na vlaci 0,5 km to povećanje kod deblovne metode je 18%.

Ključne riječi: privlačenje drva — zglojni traktor — deblovna metoda — sortimentna metoda — nagib terena — stanje tla — brzina vožnje — prazna vožnja — puna vožnja — udaljenost privlačenja — fiksno vrijeme — varijabilno vrijeme — efektivno vrijeme — tura — norma vremena — dnevni učinak.

S u m m a r y

The paper deals with problems of influence of terrain factors on log skidding effects with the frame steered skidder. The two methods, tree-length and assortment system have been applied in the lowland and hilly region, in mature stands of hardwood forests. In the stands the primary and secondary opening have been carried out. It turned out that terrain factors had no influence on fixed time spent, and the time used was shown as an average value per trip. The time of binding and unbinding of round timber was calculated as an average per piece for all working conditions, while the time per trip was calculated dependent on a number of pieces in a load.

By means of the time spent in a travelling empty and in a travelling loaded per 1 cbm of volume of wood, on a skid trail and in felling area, with regards to terrain factors the terrain has been divided into four groups: 1) waterlogged terrain in the lowland, 2) waterlogged terrain in the hilly region, 3) wet ground in the lowland and hilly region, 4) dry ground in the lowland and hilly region.

At skidding distance of 0,1 km in felling area and 0,5 km on skid trail with the tree-length system the smallest effect was obtained on waterlogged terrain in the hilly region; by 8 percent higher effect was obtained on waterlogged terrain in the lowland, 25 percent on wet terrain in the lowland and hilly region and 34 percent on dry terrain in the lowland and hilly region.

With the tree-length system in the same working conditions, at skidding distance of 0,1 km in felling area and 0,1 km on skid trail, the effect was by 29 percent higher in comparison with the assortment system. At skidding distance of 0,1 km in felling area and 0,5 km on skid trail this increase with tree-length system amounted to 18 percent.

Key words: merchantable timber — wood skidding — frame steered skidder — tree-length system — assortment system — inclination of the slope — terrain condition — skidding speed — travelling empty — travelling loaded — skidding distance — fixed time — variable time — effective time — trip — standard time — daily output.

1.0 UVOD I PROBLEMATIKA

Primjena traktora kod privlačenja drva relativno je novijeg datuma.

Osim adaptiranih poljoprivrednih traktora točkaša, za privlačenje drva primjenjuju se i šumski traktori točkaši, gdje znatno mjesto zauzimaju zglobni šumski traktori, zatim se upotrebljavaju traktori gusjeničari.

U Njemačkoj se zglobni traktori upotrebljavaju od 1964. godine, Friedrich [7], a u Norveškoj od 1962. godine, Arvensen [2]. Convey [5] navodi da je u SAD, na istočnoj obali Pacifika, u kasnim 1950-im godinama, kod privlačenja drva životinjska vuča velikim dijelom zamijenjena mehaničkim sredstvima, no negdje se još uvijek primjenjuje kod privlačenja drva i životinjska vuča. Šumski traktori točkaši su se u SAD pojavili 1960. godine. Oni imaju veću brzinu od traktora gusjeničara i više se primjenjuju u tanjim sastojinama; udaljenost privlačenja im je veća nego kod gusjeničara, koji imaju prednost u debljim sastojinama.

Prednost traktora gusjeničara je u tome da istom jačinom motora mogu razviti veću vučnu snagu nego traktori točkaši, Gläser [8]. Pritisak na tlo im je manji nego kod traktora točkaša, pa se lakše kreću po mekom terenu. Nedostatak im je što imaju malu brzinu, najviše do 10 km/sat, i upotrebljavaju se samo u šumi.

Neki autori navode da zglobni traktor, zbog malog pritiska na tlo, bez lanaca manje oštećuje tlo nego konji; kod visine podmlatka od 0,5 m traktor se može kretati po sastojini, Pestal [16], Friedrich [7]. Anonymus [1] pak tvrdi da zglobni traktori, pogotovo na mekim tlima, za vrijeme kišnih dana mogu načiniti znatne štete.

Autori su prilično jednostušni kod ocjene zglobnog traktora glede savladavanja nagiba terena. Prema Pestalu [16], opterećen zglobni traktor na suhom terenu savladava nagib terena uzbrdo, bez privlačenja užetom, do 20⁰%. Uz upotrebu lanaca i punjenje zadnjih kotača vodom, opterećen traktor može se spuštati nizbrdo do nagiba 60⁰%, a prazan uzbrdo može se kretati do 40⁰% nagiba. Na vlažnom terenu mora se računati s manjim nagibima u oba smjera. Latten [11] napominje da nagibi vlaka za vožnju praznih traktora uzbrdo mogu iznositi 25⁰% do 35⁰%. Prema Grovesu [9], kod vuče uzbrdo, na nagibu terena 15⁰ do 30⁰, oblovinu se privlači vitlom do traktora.

Splechtna [18] zaključuje da, uz primjenu lanaca na kotačima, neopterećen zglobni traktor kod vožnje uzbrdo savlađuje nagib na suhom terenu do 50⁰%, a kod kiše i snijega 25—40⁰%; opterećen traktor može se upotrijebiti za vožnju uzbrdo uz povoljne uvjete do 30⁰% nagiba, a uz nepovoljne uvjete 10 — 20⁰%. Loycke [12] zaključuje da se opterećeni zglobni traktori mogu uspješno kretati uzbrdo do 25⁰% nagiba.

Prema Conveyu [5], traktori gusjeničari se mogu primijeniti na nagibu od 50⁰%, odnosno 60⁰%, a točkaši do 30⁰% nagiba terena.

Prema Samsetu [17], tereni nagiba iznad 33⁰% smatraju se područjima primjene žičara, a na manjim nagibima primjenjuju se traktori. Prema austrijskim podacima, na terenima nagiba do 30⁰% primjenjuju se traktori; na nagibima od 30⁰% do 50⁰% primjenjuju se traktori ili žičare, a na nagibima iznad 50⁰% primjenjuju se žičare ili se drvo spušta niz nagib.

Da se izbjegne kretanje traktora po sastojini, provodi se sekundarno otvaranje sastojina, tj. grade se vlake. Na strmim terenima, iznad nagiba koji traktori mogu savladati, vlake se grade koso u odnosu na izohipse. Međutim, gradnja vlaka na strmim terenima je skupa, smanjuje se proizvodna površina sastojine, dolazi do zakorovljenja terena i do opasnosti od erozije, isušivanja terena te do oštećenja korijenovog sistema stabala, Convey [5], Mateev [13].

Fjone i Frønsdal [6] smatraju da se, uz određena svojstva terena, vlake mogu graditi na terenima nagiba do 50⁰%. Autori smatraju da kod vuče uzbrdo nagib vlaka može maksimalno iznositi 25⁰% do 30⁰%. Ukoliko je nagib veći od 30⁰%, drvo treba privlačiti nizbrdo.

Prema Trzesniowskom [22] u Austriji, gdje s obzirom na terenske prilike postoje uvjeti za opsežnu primjenu žičara, kod privlačenja drva traktori raznih vrsta sudjeluju 64⁰%, žičare 20⁰%, životinjska vuča 2⁰%, ljudska radna snaga (spuštanje drva) još uvijek 14⁰%.

Prema Hedmanu [10], u novije vrijeme se u Švedskoj na manjim šumskim površinama ponovo kod privlačenja, pored mehaničkih sredstava, primjenjuju konji za sakupljanje drva duž vlake, ali i za samo privlačenje drva.

2.0 CILJ, PODRUČJE I METODIKA ISTRAŽIVANJA

U ovoj radnji tretira se problem izvlačenja tehničke oblovine tvrdih listača u nizinskom i pri-gorskom području. Kod istraživanja je primijenjen zglobni traktor LKT-80 Primijenjena je nešto modificirana deblovna metoda, tako da je nakon kresanja grana odvojen za privlačenje donji dio debbla koji sadrži tehničko drvo. Ukoliko gornji dio debbla sadrži prostorno drvo, taj dio debbla kod privlačenja nije obuhvaćen. Radi usporedbe primijenjena je i sortimentna metoda (privlačenje trupaca).

U sastojinama gdje su izvršena istraživanja provedeno je primarno otvaranje gradnjom kami-onskih cesta. Pored toga je provedeno i sekundarno otvaranje, izgradnjom vlaka.

Istraživanja su provedena u nizinskom i pri-gorskom području kako bi se mogao odrediti utjecaj nagiba terena na brzinu kretanja i učinak trak-

tora. Nadalje, istraživanja su provedena na suhom, vlažnom i blatnom terenu, kako bi se ustanovio utjecaj stanja tla na radove privlačenja drva.

Tehnički podaci o traktoru:

Minimalni radius okretanja	4800 mm
Prohodnost	535 mm
Maksimalna brzina naprijed	25,0 km/h
Maksimalna brzina natrag	3,82 km/h
Masa	6400 kg

Motor

Snaga: 60 kW kod 220 min⁻¹

Gume: 16,9/14 — 30 10 PR

Vitlo

Jednobubanjско; maksimalna snaga 59 kW

Prosječna brzina namatanja 0,7 m/s

Promjer užeta \varnothing 14 mm

Dužina užeta 77 m

U ravnicima su istraživanja provedena u sastojinama starosti oko 80 godina, gdje je izvršena proreda. Vrste drva su hrast i jasen. U sastojini je bio slab podrast. Teren je bio vlažan. Traktor se kretao po sječini, a zatim po vlaci. Kao vlaka služila je kroz sastojinu trasa kojom je traktor više puta prolazio, a zatim se traktor kretao prosjekom. Kod izvlačenja primijenjena je uglavnom deblova, a u manjem opsegu sortimentna metoda. Istraživanja su provedena na vlažnom i blatnom terenu.

U prigorju su istraživanja provedena u sastojinama bukve, hrasta i graba starosti oko 100 godina; provedena je oplodna sječa; u sastojini se nalazi podmladak i slab podrast. Kamen ne izbija iz tla. Traktor se kretao po sječini i po vlakama kao što je to bilo i u ravnicima. Kod vlake su poslužili stari šumski zemljani putovi, a pored toga vlake su i izgrađene. Istraživanja su provedena na suhom, vlažnom i blatnom terenu.

Prosječni nagibi terena u sječinama iznosili su 0% do 19%. Kod istraživanja, sječine sličnih nagiba su grupirane.

Kod obrade podataka primijenjena je matematičko-statistička metoda. Kod obračuna podataka vožnje traktora primijenjena je regresiona analiza, tj. određivanje ovisnosti utroška vremena vožnje, odnosno brzine kretanja traktora, o udaljenosti privlačenja. Isti način obrade je primijenjen i kod izvlačenja užeta te privlačenja tereta vitlom.

U ostalim slučajevima utrošak vremena je određen kao aritmetička sredina. Pri tome je postavljeno pravilo da postotna greška aritmetičke sredine ne premašuje $\pm 5\%$, uz 95% vjerojatnosti. Dodatno vrijeme je određeno iz podataka studija vremena u toku cijelog radnog dana. Na kraju su određeni utrošci vremena (norme vre-

mena) po jedinici proizvoda i dnevni učinci, za razne udaljenosti privlačenja.

3.0 REZULTATI ISTRAŽIVANJA I DISKUSIJA O DOBIVENIM REZULTATIMA

U tablicama I. i II. nalaze se volumeni tovara za razne uvjete istraživanja. U tabeli I. prikazani su volumeni tovara za pojedine objekte istraživanja, razvrstane prema nagibu terena i stanja tla za vrijeme istraživanja. U tabeli II. volumeni su prikazani za pojedine uvjete rada. Ukoliko je za iste uvjete rada bilo više objekata istraživanja, ovdje su zajedno prikazani. Volumeni tovara se kreću od 2,15 m³ do 3,11 m³, tako da najmanji i najveći volumen stoje u odnosu 1 : 1,45. Kako se u tabeli II. vidi, volumen tovara ne ovisi ni o nagibu terena, niti o stanju tla. Može se primijetiti da varijacije volumena tovara, u odnosu na razlike u uvjetima rada, ne variraju mnogo.

U tablici I. prikazani su nadalje utrošci pojedinih radnih operacija fiksnih vremena. Ova vremena obuhvaćaju radove na sječini i na pomoćnom stovarištu, Steinlin [19]. Utrošci fiksnih vremena prikazani su po turi, a neki su po potrebi preračunati po komadu oblovine u tovaru.

Vrijeme zauzimanja položaja u sastojini ne pokazuje ovisnost ni o terenskim uvjetima ni o veličini tovara. Stoga je izračunata srednja vrijednost ovog utroška vremena (tablica I). Pokazalo se da svi utrošci vremena pripadaju istom osnovnom skupu, kao i da srednja vrijednost zadovoljava statističkim uvjetima.

Vrijeme vezanja debala pokazuje određenu ovisnost o broju komada u tovaru, pa je izračunat utrošak vremena po komadu. Vrijeme odvezivanja oblovine na pomoćnom stovarištu pokazuje karakteristike kao i vrijeme vezanja, pa je također preračunato po komadu.

Za utroške vremena izvlačenja užeta ispod tovara, uređenja složaja i okretanja praznog traktora na stovarištu izračunate su prosječne vrijednosti bez obzira na veličine tovara.

Iz ovog prikaza i diskusije vidi se kako treba određivati utroške radnih operacija pojedinih fiksnih vremena u starijim sastojinama, kod privlačenja traktorom.

Kretanje opterećenog i neopterećenog traktora po stovarištu, na određenoj prosječnoj udaljenosti, može se smatrati fiksnim vremenom, kao što je to ovdje uzeto. Ta prosječna vremena u provedenim istraživanjima prikazana su u tablici I. Inače se ovi utrošci vremena za svaki konkretan slučaj mogu izračunati iz brzina kretanja vozila i udaljenosti.

Vremena izvlačenja užeta vitla i sakupljanja (privlačenja) vitlom, koja također spadaju u vrijeme formiranja tereta (fiksno vrijeme na sječini) mogu se u određenim slučajevima odrediti kao srednja vrijednost. Također se može za svaku u-

VOLUMENI TOVARA I FIKSNA VREMENA KOD PRIVLAČENJA TEHNIČKE OBLOVINE ZGLOBNIM TRAKTOROM

Tablica I.

Redni broj	Podaci o tovaru i radne operacije	Područje istraživanja										Prosjeak
		Ravnica					Prigorje					
		Metoda rada										
		Debljovna		Sortimentna		Debljovna		Sortimentna		Debljovna		
		Stanje tla										
		Vlažno		Blatno		Vlažno		Suho		Vlažno		
Objekat istraživanja												
		1	2	3	4	5	6	7	8	9		
1	Volumen tovara, m ³	2,19	2,67	3,11	2,50	3,05	2,15	2,81	3,05	2,15		
2	Broj komada u tovaru	1,3	1,0	2,2	2,4	2,2	1,3	6,0	2,2	1,3		
3	Dužina komada, m	14,1	13,5	8,6	5,0	14,0	16,0	4,2	14,0	16,0		
4	Volumen komada, m ³	1,70	2,67	1,43	1,03	1,38	1,69	0,47	1,38	1,69		
5	Srednji promjer komada s korom, cm	39,0	50,1	46,0	51,0	35,4	36,8	37,8	35,4	36,8		
Utrošci fiksnih vremena na sječini												
6	Zauzimanje položaja, min/tura	0,93	0,45	0,58	0,61	0,53	0,57	0,73	0,71	0,57	po turi 0,59	
7	Vežanje debala, min/tura	1,42	0,57	1,29	2,85	1,82	0,80	2,76	2,13	0,80	po kom. 0,69	
Utrošci fiksnih vremena na pomoćnom stovarištu												
8	Vožnja opterećenog traktora, min/tura	0,96	0,84	2,51	0,87	0,71	1,00	0,40	0,87	1,00	po turi 1,11	
9	Odvezivanje debala, min/tura	0,86	0,18	0,98	0,82	0,76	0,23	1,99	0,82	0,23	po kom. 0,36	
10	Izvlačenje uža ispod debala, min/tura	0,28	0,13	0,25	0,33	0,33	0,11	0,41	0,33	0,11	po turi. 0,27	
11	Uređenje složaja, min/tura	2,48	1,61	0,89	1,42	1,33	1,05	1,62	1,42	1,05	po turi 1,42	
12	Okretanje praznog traktora, min/tura	0,43	0,28	0,69	0,29	0,33	0,22	0,46	0,29	0,22	po turi 0,39	
13	Vožnja neopterećenog traktora, min/tura	0,60	0,33	1,33	0,60	0,44	0,55	0,33	0,60	0,55	po turi 0,60	

daljenost izvlačenja užeta pomoću brzine odrediti utrošak vremena. Na ovo ćemo se kasnije kod razmatranja brzina kretanja traktora još osvrnuti.

U varijabilna vremena spada vožnja neopterećenog i opterećenog traktora po vlaci i sječini.

Pokazalo se da između utroška vremena i vožnje i prijedene udaljenosti postoji korelaciona veza. Utrošci vremena za sve pojedine objekte istraživanja (tablica I) izjednačeni su regresijskom analizom. Pri tome su primijenjene regresione jednadžbe jednostruke korelacije, pravca i parabole drugog stupnja. Ukupno je izvršeno 34 izjednačenja. U tablici III. prikazan je dio izjednačenja. Pokazalo se da između utroška vremena vožnje i udaljenosti postoji dovoljno uska veza.

Iz izjednačenih utroška vremena za pojedine udaljenosti izračunate su brzine. Na povećanje udaljenosti privlačenja brzine su se različito odnosile. U određenim slučajevima, s povećanjem udaljenosti, brzine su se povećavale; negdje su blago opadale ili su se prvo povećavale a zatim opadale; u nekim slučajevima brzine su bile kod svih udaljenosti iste. Nije se mogla primijeniti razlika reagiranja brzina na udaljenost, s obzirom na

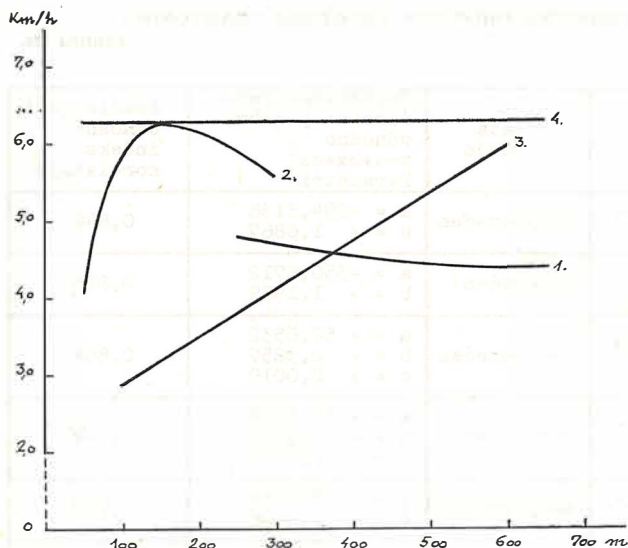
vožnju neopterećenog i opterećenog vozila, vožnju po vlaci i sječini, te nagibu terena i stanju tla.

Primjeri navedenih reagiranja brzina na povećanje udaljenosti prikazani su na sl. 1.

Utrošci vremena izvlačenja užeta vitla montiranog na traktor računski su izjednačeni, s obzirom na razne udaljenosti regresionom analizom, primjenom jednadžbe pravca i parabole drugog stupnja. Brzine za razne udaljenosti izračunate su kao i kod kretanja traktora. Kod sakupljanja (vuče) drva vitlom podaci su obrađeni na isti način kao i kod izvlačenja užeta.

Na sl. 2. prikazane su brzine izvlačenja užeta i privlačenja drva vitlom za ravan teren. Kako se iz slike vidi, brzine s povećanjem udaljenosti u svim slučajevima rastu; kod izvlačenja užeta brzine su veće nego kod privlačenja. Veoma bitne razlike između brzina u ravnici i prigorju nema.

U tablici II. prikazane su prosječne brzine kretanja traktora na vlaknama i sječini, odvojeno za ravnici i prigorje, posebno za razne uvjete rada, s obzirom na stanje tla. U ravnici je obuhvaćeno vlažno i blatno tlo, a na prigorju suho, vlažno i

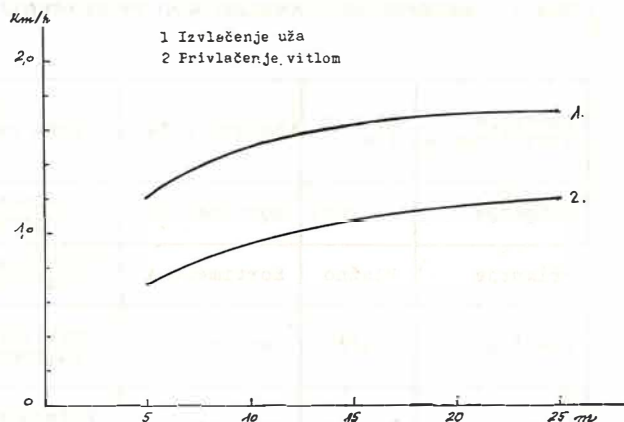


Slika 1. — Brzine kretanja traktora kod privlačenja tehničke oblovine: 1. Prazna vožnja po vlaci na blatnom terenu u ravnici; 2. Prazna vožnja po sječini na vlažnom terenu u ravnici; 3. Puna vožnja po vlaci na vlažnom terenu u ravnici kod deblovne metode; 4. Prazna vožnja po vlaci na vlažnom terenu u prigorju kod sortimentne metode.

blatno tlo. Za svaku od navedenih uvjeta rada prikazana je prosječna udaljenost privlačenja na vlaci i sječini. Prosječna udaljenost privlačenja na vlakama je 431 m, a na sječini 81 m. Prema tome, u prosjeku traktor se kod privlačenja kretao 19% po sječini, a 81% po vlaci. Ako se promatra posebno prigorje i ravnicu, onda ovi postoci iznose za prigorje 18% i 82%, za ravnicu 20% i 80%.

U pravilu traktor treba da se kreće po vlaci, a sakupljanje do vlake u tretiranom slučaju treba obaviti pomoću montiranog vitla. No, kako se iz izloženog vidi, na nekim mjestima, gdje su to terenske i sastojinske prilike dozvolile, traktor je ulazio radi sakupljanja drva u sječinu.

Prosječna gustoća vlaka treba da iznosi, prema Mateevu [13], 100 m/ha, a kod terena nagiba oko 35% gustoća treba iznositi 125 m/ha.



Slika 2 — Brzine kod izvlačenja užadi i privlačenja oblovine montiranim vitlom.

U tablici II. se vidi da je maksimalni uspon vlaka u smjeru kretanja opterećenog vozila 19%, a pad 24%. Nadalje se u tablici II. vidi da je brzina kretanja neopterećenog traktora na vlaci 33% do 77% veća nego opterećenog, a približno su iste razlike kod kretanja traktora po sječini. Brzina kretanja opterećenog traktora po vlaci na blatnom terenu u ravnici nešto je manja nego kod kretanja po sječini, dok je na brdskom terenu 15% veća. Uz povoljnije uvjete rada, brzine kretanja traktora po vlaci su znatno veće nego po sječini. I kod kretanja neopterećenog traktora, razlika brzina je veća uz povoljnije stanje tla u korist kretanja traktora po vlaci.

Brzine traktora su najmanje na blatnom terenu, kako u nizini tako i u prigorju. Ovo važi za kretanje po vlaci i sječini. Međutim, utjecaj nagiba terena na brzinu kod istog stanja tla nije se mogao signifikantno dokazati.

Istraživanja brzina kretanja traktora kod privlačenja drva pokazala su da se može objasniti 50 — 65% ukupnog variranja brzine traktora, kod kretanja po vlaci i sastojini. Reljef, odnosno terenske zapreke i nagib terena, predstavljaju svega 20 — 30% ukupnih uzroka variranja brzina. Vje-

BRZINA KRETANJA, ODNOSI BRZINA, PROSJEČNE UDALJENOSTI, NAGIBI VLAKA I TOVARI KOD PRIVLAČENJA TEHNIČKE OBLOVINE ŽGLOBNIM TRAKTOROM, UZ RAZNE TERENSKE UVJETE RADA

Tablica II.

M j e s t o r a d a						Područje	Stanje tla	Max. nagibi vlaka		Volumen tovara m ³	Odnosi veličina pod red. brojem			
V l a k a			S j e č i n a					+	-		1/2	4/5	1/4	2/5
Brzine, km/h		Udaljenost m	Brzine, km/h		Udaljenost m									
Neopterećeni traktor	Opterećeni traktor			Neopterećeni traktor				Opterećeni traktor						
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
4,45	2,51	508	3,76	2,57	72	Ravnica	Blatno	-	-	3,11	1,77	1,46	1,18	0,98
6,74	5,00	450	5,42	3,10	125	Ravnica	Vlažno	-	-	2,43	1,35	1,75	1,24	1,61
4,62	3,05	415	4,35	2,64	65	Prigorje	Blatno	19	24	2,60	1,51	1,65	1,06	1,15
6,68	5,03	430	5,09	3,06	72	Prigorje	Vlažno	14	12	2,48	1,33	1,66	1,31	1,64
6,10	3,80	350	4,70	3,10	70	Prigorje	Suho	19	24	3,05	1,60	1,52	1,30	1,23

PODACI O REGRESIJSKOJ ANALIZI KOD PRIVLAČENJA TEHNIČKE OBLOVINE ZGLOBNIM TRAKTORIMA

Tablica III.

Područje istraživanja	Stanje tla	Metoda rada	Vrsta rada	Vrsta vožnje	Regresiona jednadžba: $y=a+bx$, odnosno $y=a+bx+cx^2$ Parametri	Koeficijent odnosno indeks korelacije
Prigorje	Vlažno	Sortimentna	Privlačenje traktorom	Neopterećen	$a = -294,3138$ $b = + 1,0867$	0,846
Prigorje	Vlažno	Sortimentna	Privlačenje traktorom	Opterećen	$a = -350,6712$ $b = + 1,1959$	0,823
Ravnica	Vlažno	Deblovna	Privlačenje traktorom	Neopterećen	$a = + 52,6532$ $b = + 0,3257$ $c = + 0,0019$	0,864
Ravnica	Vlažno	Deblovna	Privlačenje traktorom	Opterećen	$a = + 57,1728$ $b = + 1,9932$ $c = - 0,0017$	0,742
Ravnica	Blato	Deblovna	Privlačenje traktorom	Neopterećen	$a = - 47,2754$ $b = + 1,4406$	0,939
Ravnica	Blato	Deblovna	Privlačenje traktorom	Opterećen	$a = -192,1476$ $b = + 2,7693$	0,895
Ravnica	Vlažno i blatno	Deblovna	Izvlačenje uža	-	$a = + 10,8951$ $b = + 2,7578$ $c = + 0,0147$	0,621
Ravnica	Vlažno i blatno	Deblovna	Sakupljanje vitlom	-	$a = + 21,1113$ $b = + 4,2057$	0,385

ština vozača, njegovo podnošenje trešnje i vibriranja stroja, reagiranja na profil puta, izgleda da utječu na brzinu vozila u istoj mjeri kao i terenski uvjeti, Asserstahl [3].

Kod vožnje opterećenog traktora (puna vožnja), pored terenskih uvjeta, brzina vozila ovisi i o volumenu tovara.

Smatra se da sama usporedba brzina kretanja traktora kod pojedinih uvjeta rada nije dovoljan pokazatelj za određivanje utjecaja terena, pa je za pojedine terenske uvjete rada određeno efektivno vrijeme vožnje po m^3 drvene sirovine, i te su veličine usporedivane.

Efektivno vrijeme (t/m^3) u min određeno je pomoću srednje brzine traktora u km/h (c), gdje je uzeta u obzir prazna i puna vožnja te volumen tovara (q). Udaljenost privlačenja (d) u km uzeto da je u svim slučajevima ista.

$$t/m^3 = \frac{120}{c \cdot q} \cdot d$$

Efektivna vremena za pojedine uvjete rada uspoređena su posebno za privlačenje po vlaci i privlačenje po sječini. Odnosi (koeficijenti) utroška vremena prikazani su u tablici IV.

Smatra se da se kod razlika efektivnog vremena za određene uvjete ispod 5% utrošci vremena i učinaka mogu zajedno uzeti i razmatrati, inače se moraju tretirati odvojeno.

Uzevši u obzir dobivene koeficijente na vlaci i sječini, uz navedene kriterije, razmatranje utro-

ška vremena i učinaka treba tretirati uzimajući terenske uvjete rada na slijedeći način:

1. Blatan teren u ravnici
2. Blatan teren u prigorju
3. Vlažan teren u prigorju i ravnici
4. Suh teren u prigorju.

Kako se u tablici IV. vidi, uvjeti za vožnju po vlaci na vlažnom i suhom terenu su približno jednaki (razlika u utrošku vremena vožnje je neznatna — do 2%). Mégille [14] kod koeficijenata otpora kotrljanja traktora uzima na određenim

USPOREDBA EFEKTIVNIH UTROŠAKA VREMENA VOŽNJE (min/m^3) ZGLOBNOG TRAKTORA PO VLACI I SJEČINI, UZ POJEDINE UVJETE RADA

Tablica IV.

Redni broj	Uspoređena efektivna vremena vožnje (min/m^3) za područja i uvjete rada	Koeficijenti utroška vremena	
		Vlaka	Sječina
1	Ravnica blato Ravnica vlažno	1,40	1,01
2	Prigorje blato Ravnica blato	1,05	1,11
3	Prigorje vlažno Prigorje suho	1,00	1,20
4	Ravnica vlažno Prigorje suho	1,02	1,13
5	Ravnica vlažno Prigorje vlažno	1,02	1,01
6	Prigorje blato Prigorje suho	1,50	1,33
7	Prigorje blato Prigorje vlažno	1,49	1,11

tipovima tala zajedno suho i vlažno tlo, npr. kod pjeskovite ilovače i crnog humusa, a blatno tlo uzima posebno. Međutim, prema istom autoru, koeficijent adhezije je isti za vlažno i raskvašeno tlo. U tablici IV. se vidi da je kod privlačenja po sječini razlika između utrošaka vremena vožnje na vlažnom i blatnom tlu u ravnici minimalna (1%). Prema tome, rezultati u pogledu tla kod privlačenja potvrđuju se i kod istraživanja drugih autora.

Prilikom kretanja opterećenog traktora s montiranim vitlom, u izvjesnim slučajevima traktor mora zastati, spustiti teret, kretati se do određene udaljenosti prazan odmotavajući vitlo, a zatim, kad se zaustavi, povuče vitlom teret i nastavi vožnju opterećen. Na ovaj način se savladaju segmenti vlake, odnosno, sječine s većim usponom, teren slabe nosivosti i sl. Ovaj rad se može nazvati *privitlavanje*, (njemački *Nachseilen*), Timminger i Wippermann [21].

Budući da je ovaj rad povezan s punom vožnjom traktora, njegov utrošak vremena je izražen kao postotak utrošaka vremena pune vožnje.

U provedenim istraživanjima ovaj postotak se kretao od 0,75 do 2,0%. Nije se mogla ustanoviti zakonitost ovog variranja, pa se smatra da je ono slučajno. Stoga za sada uzima prosječan postotak privitlavanja 1,5%.

U tablici IV. su prikazani odnosi efektivnih vremena vožnje po m³ drvene sirovine za pojedine uvjete rada.

Ukupno vrijeme privlačenja po turi, odnosno po m³ drvene sirovine, sadrži u sebi, pored navedenih varijabilnih, i fiksna vremena (tablica V).

Nadalje, radi dobivanja norme vremena, pomoću slike radnog dana, višednevnim snimanjem u toku cijelog radnog dana za vrijeme ovih istraživanja, te na osnovu ranije provedenih istraživanja određeno je dodatno vrijeme od 24%, jedinstveno za sve uvjete rada.

U tablici V. prikazani su za naprijed prikazane uvjete rada pojedini utrošci vremena, norme vremena i dnevni učinci za udaljenost privlačenja na sječini od 0,1 km i na vlaci od 0,1 km i 0,5 km.

U tablici VI. prikazani su za deblovnu metodu odnosi pojedinih utrošaka vremena po m³ drvene sirovine te odnosi učinaka za naprijed navedene terenske uvjete rada, posebno za udaljenost izvlačenja po vlaci od 0,1 km i 0,5 km.

Terenski uvjeti rada su razvrstani, odnosno grupirani prema utrošcima vremena vožnje po m³ drvene sirovine. Kako se iz tablice VI. vidi (kol. 12), varijabilna vremena (vremena vožnje) po m³ drvene sirovine za udaljenost od 0,1 km na sječini i isto toliko na vlaci, s obzirom na uvjete rada, međusobno se razlikuju. Razlika između ovih pojedinih utrošaka vremena iznosi od 8% na više, pa je s ovoga stajališta terenske uvjete rada trebalo na prikazani način razvrstati.

Ukupno efektivno vrijeme privlačenja po turi, a isto je tako i po m³ drvene sirovine, sastoji se iz varijabilnog i fiksnog vremena. U tablici V. se vidi da je efektivno vrijeme po m³ (a isto tako i dnevni učinak) jednako kod deblovne metode pri privlačenju na vlažnom terenu u ravnici i prigorju te na blatnom terenu u ravnici za udaljenost privlačenja 0,1 km na vlaci i 0,1 km na sječini. Varijabilna vremena za ove uvjete rada

UTROŠCI VREMENA I UČINCI KOD PRIVLAČENJA TEHNIČKE OBLOVINE ZGLOBNIM TRAKTOROM UZ PRIMJENU DEBLOVNE I SORTIMENTNE METODE. UDALJENOST PRIVLAČENJA NA SJECINI 0,1 km

Tablica V.

Uvjeti rada	Udaljenost privlačenja po vlaci	Vožnja po vlaci		Vožnja po sječini		Privitlavanje	Suma varijabilnih vremena	Rad u sastojini	Rad na pomoćnom stovarištu	Suma fiksnih vremena	Varijabilno vrijeme vožnje po m ³	Efektivno vrijeme po turi	Efektivno vrijeme po m ³ d. m.	Koeficijent dodatnog vremena	Ukupno vrijeme po turnusu	Norma vremena	Vožnji dnevno	Dnevni učinak	Volumen kovars, m ³
		Neopterećeni traktor	Opterećeni traktor	Neopterećeni traktor	Opterećeni traktor														
-	km	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
Deblovna metoda																			
RB	0,1	1,35	2,39	1,60	2,33	0,07	7,74	4,30	4,58	8,88	2,49	16,62	5,34	1,24	20,61	6,63	23,29	72,40	3,11
PB	0,1	1,30	1,97	1,38	2,27	0,06	6,98	3,99	4,42	8,41	2,68	15,39	5,95	1,24	19,08	7,34	25,15	65,39	2,60
RPV	0,1	0,89	1,20	1,14	1,95	0,05	5,23	3,61	4,22	7,83	2,13	13,06	5,33	1,24	16,19	6,61	29,65	72,62	2,45
RFS	0,1	0,98	1,58	1,28	1,93	0,05	5,82	4,30	4,58	8,88	1,91	14,70	4,92	1,24	18,23	5,98	26,33	80,27	3,05
Sortimentna metoda																			
RPV	0,1	0,89	1,20	1,14	1,61	0,04	4,88	6,37	5,65	12,02	1,99	16,90	6,90	1,24	20,96	8,55	22,90	56,14	2,45
Deblovna metoda																			
RB	0,5	6,74	11,95	3,60	2,33	0,21	22,83	4,30	4,58	8,88	7,34	31,71	10,20	1,24	39,32	12,64	12,31	37,97	3,11
PB	0,5	6,49	9,84	1,38	2,27	0,18	20,16	3,99	4,42	8,41	7,75	28,57	10,99	1,24	35,43	13,63	13,55	35,23	2,60
RPV	0,5	4,47	5,99	1,14	1,95	0,12	13,67	3,61	4,22	7,83	5,58	21,50	9,77	1,24	26,66	10,88	18,00	44,10	2,45
RFS	0,5	4,91	7,90	1,28	1,93	0,15	16,17	4,30	4,58	8,88	5,20	25,05	8,21	1,24	31,06	10,18	15,45	47,15	3,05
Sortimentna metoda																			
RPV	0,5	4,47	5,99	1,14	1,61	0,11	13,32	6,37	5,65	12,02	5,44	25,34	10,34	1,24	31,42	12,62	17,28	37,45	2,45

Napomena za uvjete rada:

- RB - Ravnica blatni teren
- PB - Prigorje blatni teren
- RPV - Ravnica i prigorje vlažan teren
- RFS - Ravnica i prigorje suhi teren

se razlikuju, ali je dodano fiksno vrijeme ovu razliku eliminiralo. Najmanji dnevni učinak je kod privlačenja u ovom slučaju na blatnom terenu u prigorju; za 11% je veći na vlažnom terenu u prigorju i ravnici te blatnom terenu u ravnici, a još je veći (23%) na suhom terenu (ravnica i prigorje).

ODNOSI UTROŠAKA VREMENA I UČINAKA ZA RAZNE TERENSKJE UVJETE RADA, KOD PRIVLAČENJA TEHNIČKE OBLOVINE ZGLOBNIM TRAKTOROM. UDALJENOST PRIVLAČENJA NA SJEČINI 0,1 km

Tablica VI.

Stanje tla	Metoda rada	Udaljenost privlačenja po vlaci km	Odnos varijabilnih vremena po m ³	Odnos efektivnih vremena po m ³	Odnos dnevnih učinaka
1	2	3	4	5	6
Ravnica blatn teren	Deblovna	0,1	1,30	1,11	1,11
Prigorje blatn teren	Deblovna	0,1	1,40	1,23	1,00
Ravnica i prigorje vlažn teren	Deblovna	0,1	1,11	1,11	1,11
Ravnica i prigorje suhi teren	Deblovna	0,1	1,00	1,00	1,23
Ravnica blatn teren	Deblovna	0,5	1,38	1,24	1,08
Prigorje blatn teren	Deblovna	0,5	1,46	1,34	1,00
Ravnica i prigorje vlažn teren	Deblovna	0,5	1,05	1,07	1,25
Ravnica i prigorje suhi teren	Deblovna	0,5	1,00	1,00	1,34

Na udaljenosti privlačenja (deblovna metoda) na sječini od 0,1 km a na vlaci 0,5 km, odnosi varijabilnih vremena daju približno istu sliku kao kod privlačenja na vlaci na udaljenosti od 0,1 km. Odnosi efektivnih vremena po m³ pokazuju da je provedeno razvrstavanje terenskih uvjeta rada opravdano. Na ovoj udaljenosti na vlaci je u većoj mjeri došla do izražaja uloga varijabilnog vremena nego na 0,1 km.

Uloga fiksnog i varijabilnog vremena mijenja se s povećanjem udaljenosti privlačenja. S povećanjem udaljenosti opada uloga fiksnog a povećava se uloga varijabilnog vremena, Steinlin [19]. Kod ove udaljenosti (0,1 km i 0,5 km) privlačenja najmanji je učinak bio na blatnom terenu u prigorju, a najveći je bio na suhom terenu (tabela V, kolona 19). Prema odnosima učinaka (tablica VI, kol. 6) može se graduirati utjecaj pojedinih terenskih uvjeta na učinak traktora kod privlačenja.

Posebno se treba osvrnuti na sortimentnu metodu (privlačenje trupaca) na vlažnom terenu.

U prethodnim istraživanjima, Bojanin [4], pokazalo se da je kod pune vožnje po sječini na vlažnom terenu kod sortimentne metode brzina traktora 22% veća nego kod deblovne metode. U ovim

istraživanjima ta razlika iznosi 21%. Zbog toga se vrijeme vožnje kod sortimentne metode nešto skraćuje, ali se zbog većeg broja komada vrijeme njihovog vezanja i odvezivanja povećava.

Vrijeme ture i dnevni učinci za sortimentnu metodu (kod privlačenja na vlažnom terenu) na udaljenosti od 0,1 km na sječini, te 0,1 km i 0,5 km na vlaci, prikazani su u tablici V. Vrijeme ture je veće kod sortimentne nego kod deblovne metode zbog povećanog fiksnog vremena. Na manjoj navedenoj udaljenosti učinak je kod deblovne metode veći 29%, a na većoj udaljenosti je, zbog smanjenog relativnog učešća fiksnog vremena, veći 18%.

ZAKLJUČCI

1. Kod istraživanja utjecaja terenskih faktora na učinak zglobnog traktora pri privlačenju drva, teren je razvrstan u slijedeće grupe: a) — blatni teren u ravnici, b) — blatni teren u prigorju, c) — vlažan teren u ravnici i prigorju, d) — suhi teren u ravnici i prigorju.

2. Fiksna vremena kod privlačenja nisu signifikantno ovisila o terenskim faktorima, pa je izračunata srednja vrijednost ovih vremena zajedno za sve uvjete rada.

3. Premda je provedeno sekundarno otvaranje sastojina, traktori su se, u prosjeku, kretali prilikom privlačenja oko 19% udaljenosti po sječini, a 79% po vlaci.

4. Nije ustanovljena ovisnost između terenskih uvjeta i volumena tovara. Odnos između najmanjeg i najvećeg prosječnog volumena tovara je iznosio 1 : 1,45.

5. Brzine traktora s povećanjem udaljenosti privlačenja su se povećavale, opadale ili ostajale iste. Kod pune vožnje brzina traktora je, uz određene terenske uvjete, na vlaci i sječini bila veća nego kod prazne vožnje od 33% do 77%.

Na vlaci je brzina traktora kod prazne vožnje bila veća 6% do 31% nego na sječini, a kod pune vožnje od 15% do 64%. Kod nepovoljnih terenskih uvjeta te su razlike manje nego kod povoljnijih.

6. Kod deblovne metode na udaljenosti privlačenja od 0,1 km na sječini i 0,5 km na vlaci, najmanji učinak je na blatnom terenu u prigorju; 8% je veći na blatnom terenu u ravnici, 25% na vlažnom terenu u ravnici i prigorju, a 34% na suhom terenu u ravnici i prigorju.

7. Kod sortimentne metode utrošak fiksnih vremena je znatno veći nego kod deblovne metode, dok je varijabilno vrijeme nešto manje. Na udaljenosti od 0,1 km na sječini i 0,1 km na vlaci kod deblovne metode je učinak 29% bio veći nego kod sortimentne metode. Na udaljenostima 0,1 km i 0,5 km, uz navedene uvjete, ta razlika u korist deblovne metode je iznosila 18%.

4.0 LITERATURA

- [1] Anonymus: Grundkonzeption für die zukünftige Gestaltung von Holzernte und Holztransport in der deutschen Forstwirtschaft. Allg. Forstzeitschrift, 16, 1971.
- [2] Arvensen, A.: Tree-length Skidding by Farm Tractors and Frame Steered Skidders. Reports of The Norwegian Forest Research Institute. Nr. 99, Bind XXVIII Hefte 4, Vollebakk 1970.
- [3] Asserstahl, R.: Off-Road Transport by Forwarders. Analysis of effect of various terrain factors on travel speed. Forskinigastiftelsen« Skoggarbeten. Redogoreise Nr 2, 1973.
- [4] Bojanin, S.: Istraživanja utroška vremena i učinka traktora LKT-80 kod izvlačenja drvā. Mehanizacija šumarstva, 7—8, 1981.
- [5] Convey, S.: Logging Practices, Portland, Oregon, 1976.
- [6] Fjöne, H., Frønsdal, J.: Tractor operation in steep terrain. Reports of the Norwegian Forest Research Institute, 35, 7, As — 1980.
- [7] Friedrich, K.: Der heutige und künftige Einsatz von Grossmaschinen in der mitteleuropäischen Forstwirtschaft. Allg. Forstzeitschrift, 16 1971.
- [8] Gläser, H.: Das Rücken des Holzes, Bayer, Landwirtschaftsverlag, München, 1949.
- [9] Groves, K. W.: A Versatile Machine for Loggings. Australian Native Hardwood Forests. Australian Forestry (34), Nr. 1, august, 1970.
- [10] Hedman, L.: The horse in forestry. Small Schale Forestry, 1/86.
- [11] Latten: Zur Frage des Zusammenhanges zwischen Holzrücketechnik und Waldwegebau. Der Forst u. Holzwirt. 2, 1970.
- [12] Loycke, H. J.: Zur Stammholzbringung an Hängen. Forsttechn. Inform., 2/3, 1965.
- [13] Matteev, A.: Infrastruktur bei der Holzrückung unter Gebirgsbedingungen. Das XV internationale Symposium »Mechanisierung bei der Forstnutzung«, Sammelbuch von Referaten des Symposiums, Thessaloniki, 1981.
- [14] Mégille, X.: Tractors for Logging, Rome, 1957.
- [15] Pestal, E.: Mindestmechanisierung der Holzernte durch Verwendung von Knickschleppern. Forstarchiv, 2, 1970.
- [16] Pestal, E.: Knickschlepperrückung als Ausgangspunkt einer arbeitsteiligen Holzernte. Allg. Forstztg, 2, 1968.
- [17] Samset, I.: The Accessibility of Forest Terrain and its Influence on Forestry Conditions in Norway. Medd. fra Norsk Institutt for Skogforskning 32. 1, As — 1975.
- [18] Splechtna, K.: Erfahrungen mit Knickschleppern in Gebirge. Allg. Forstztg, 2, 1970.
- [19] Steinlin, H.: Zur Methodik von Rückversuchen. Forstarchiv, 4/5, 1953.
- [20] Storm, R.: Wahrscheinlichkeitsrechnung, mathematische Statistik und statistische Qualitätskontrolle. VEB Fachbuchverlag, Leipzig, 1976.
- [21] Timminger, J., Wippermann, H. J.: Anleitung für forstliche Arbeitsstudien. Datenermittlung, Arbeitsgestaltung. REFA u. KWF, Darmstadt — Buchschlag, 1976.
- [22] Trzesniowski, A.: Holzernte in Gebirgen Österreichs, 18th IUFRO World Congress division 3, Forest operation and techniques. Ljubljana, 1986.

Recenzent: prof. dr. Sreten Nikolić

šavrić

radna
organizacija
za proizvodnju
i promet
namještaja
i drvnih
proizvoda
zagreb



SPONZOR UNIVERZIJADE '87